

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-283545

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

H01J 37/22

H01J 37/244

(21)Application number : 10-102181

(71)Applicant : NIKON CORP

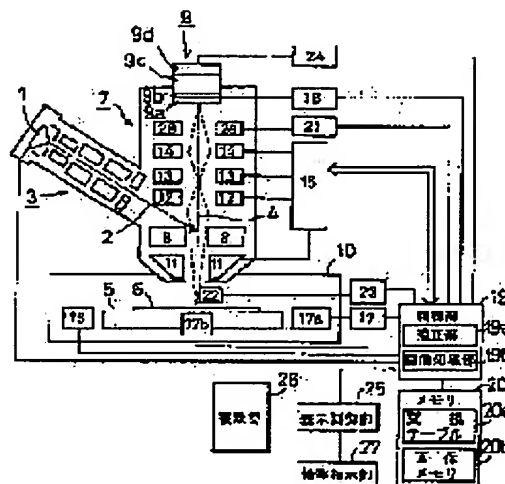
(22)Date of filing : 30.03.1998

(72)Inventor : HAMASHIMA MUNEKI
HIROSE HIROSHI

(54) ELECTRON IMAGE MONITORING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron image monitoring device which is capable of always providing a bright and satisfactory electron image.
SOLUTION: This electron image monitoring device is equipped with an irradiating means 1 to irradiate an electron beam 2 on a specimen 6 surface; an XY-stage 5 for moving the specimen; a position detecting means 17 a, b for detecting the position of the XY-stage; an electron detecting means 9 for obtaining an electron image of a corresponding part to the sample surface irradiated by the electron beam by detecting electrons 4 from the sample surface irradiated with the electron beam, a movement control means 16 for controlling a movement of the XY-stage in accordance with a result of the position detecting by the position detecting means, a memory means 20 for storing a partial electron image detected by the electron detecting means in accordance with the movement of the XY-stage, and a compensation means 19a for compensating the relative position by comparing the partial electron image stored by the memory means with an adjacent partial electron image and to make the memory means to store have the compensated partial electron image restored.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-283545

(43)公開日 平成11年(1999)10月15日

(51)Int.Cl.⁹

H 0 1 J 37/22

識別記号

5 0 2

F I

H 0 1 J 37/22

5 0 2 H

5 0 2 D

37/244

37/244

審査請求 未請求 請求項の数16 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-102181

(22)出願日 平成10年(1998) 3 月30日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72)発明者 浜島 宗樹

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株
式会社ニコン内

(72)発明者 広瀬 寛

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株
式会社ニコン内

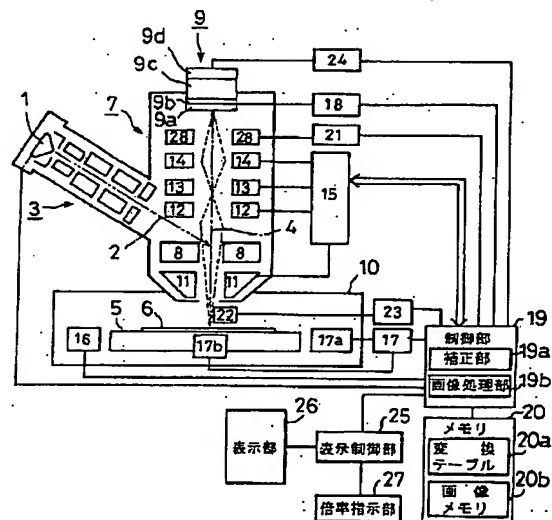
(74)代理人 弁理士 池内 義明

(54)【発明の名称】 電子画像観察装置

(57)【要約】

【課題】 常に明るく良好な電子画像を得られる電子画像観察装置を提供する。

【解決手段】 電子画像観察装置は、試料(6)面上に電子ビーム(2)を照射する照射手段(1)と、試料を移動するXYステージ(5)と、XYステージの位置を検出する位置検出手段(17a, b)と、電子ビームが照射された試料面からの電子(4)を検出して電子ビームが照射された試料面に対応する部分の電子画像を得る電子検出手段(9)と、位置検出手段の位置検出結果をもとにXYステージの移動を制御する移動制御手段(16)と、XYステージの移動に伴って電子検出手段が検出する部分電子画像を記憶する記憶手段(20)と、記憶手段が記憶した部分電子画像を隣接する部分電子画像と比較して相対位置を補正し、該補正した部分電子画像を記憶手段に再記憶させる補正手段(19a)とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、

前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、

前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、

前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、

前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、

前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶した部分電子画像を隣接する部分電子画像と比較して相対位置を補正し、該補正した部分電子画像を前記記憶手段に再記憶させる補正手段と、

を具備したことを特徴とする電子画像観察装置。

【請求項2】 試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、

前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、

前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、

前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、

前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、

前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を記憶する記憶手段と、

前記位置検出手段の位置検出結果をもとに、前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つの前記電子検出手段への入射位置を補正する補正手段と、

を具備したことを特徴とする電子画像観察装置。

【請求項3】 前記記憶手段が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示する表示部をさらに具備することを特徴とする請求項1または2に記載の電子画像観察装置。

【請求項4】 試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、

前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、

前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、

前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、

前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yス

テージの移動を制御する移動制御手段と、

前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示分解能を変えて表示部に表示する表示制御手段と、

を具備したことを特徴とする電子画像観察装置。

【請求項5】 前記記憶手段が記憶した部分電子画像を所定領域の部分電子画像群毎に平均化する画像処理手段をさらに具備し、前記表示制御手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に平均化された部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を前記表示部に表示することを特徴とする請求項4に記載の電子画像観察装置。

【請求項6】 前記記憶手段が記憶した部分電子画像において所定領域の部分電子画像群毎に所定位置の部分電子画像を選択する画像処理手段をさらに具備し、前記表示制御手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に選択された部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を前記表示部に表示することを特徴とする請求項4に記載の電子画像観察装置。

【請求項7】 前記記憶手段が記憶した部分電子画像に対し隣接する部分電子画像を加算する処理を行う画像処理手段をさらに具備し、前記表示制御手段は前記加算処理された部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を前記表示部に表示することを特徴とする請求項4に記載の電子画像観察装置。

【請求項8】 試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、

前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、

前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、

前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、

前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、

前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を圧縮処理する画像処理手段と、

前記圧縮処理された部分電子画像を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示分解能を変えて表示部に表示する表示制御手段と、

を具備したことを特徴とする電子画像観察装置。

【請求項9】 前記画像処理手段は前記電子検出手段が検出する部分電子画像を所定領域の部分電子画像群毎に平均化し、かつ前記記憶手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に平均化された部分電子画像を記憶することを特徴とする請求項8に記載の電子画像観察装置。

【請求項10】 前記画像処理手段は前記電子検出手段が検出する部分電子画像において所定領域の部分電子画像群毎に所定位置の部分電子画像を選択し、かつ前記記憶手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に選択された部分電子画像を記憶することを特徴とする請求項8に記載の電子画像観察装置。

【請求項11】 試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像に対し、隣接する部分電子画像を加算する処理を行う画像処理手段と、前記加算処理された画像を部分電子画像として記憶する記憶手段と、前記記憶手段が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示分解能を変えて表示部に表示する表示制御手段と、を具備したことを特徴とする電子画像観察装置。

【請求項12】 前記試料面の電子画像を前記表示部に表示する倍率を切換える倍率指示手段をさらに具備することを特徴とする請求項3～11のいずれか1項に記載の電子画像観察装置。

【請求項13】 前記部分電子画像は1次元画像であることを特徴とする請求項3～12のいずれか1項に記載の電子画像観察装置。

【請求項14】 前記部分電子画像は2次元画像であり、かつ前記照射手段は前記X-Yステージの移動に同期して前記電子ビームをブランキングさせることを特徴とする請求項3～12のいずれか1項に記載の電子画像観察装置。

【請求項15】 前記部分電子画像は2次元画像であり、かつ前記電子検出手段は前記X-Yステージの移動に同期して前記試料面からの電子または該電子に対応する光子を遮蔽する遮蔽手段を有することを特徴とする請求項3～12のいずれか1項に記載の電子画像観察装置。

【請求項16】 前記電子画像をもとに前記試料を検査する検査処理手段をさらに具備したことを特徴とする請求項3～15のいずれか1項に記載の電子画像観察装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子ビームなどを用いて試料の電子画像を観察する電子画像観察装置に関し、特に、ウェハやマスクなどの電子画像を短時間でしかもS/N比の高い鮮明な画像として観察することをができる電子画像観察装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から走査型電子顕微鏡(SEM)は、電子ビームをコンデンサレンズ、対物レンズなどで試料表面上に集束したスポットを偏向コイルで走査し、電子ビームの照射により試料から発生した二次電子を検出することによって像(SEM像)を得ている。この場合、電子ビームのプローブ電流は一定なので、低倍率の広い視野では、高倍率の時に比べて電子ビームの滞在時間が短く、1画素あたりの信号量が著しく低下するため、SEM像の明るさが大きく低減し、SEM像の観察がしづらいという問題があった。

【0003】一方、大電流のプローブを用いてウェハやマスクなどの欠陥をSEM像を解析することにより検査する欠陥検査装置が知られているが、この欠陥検査装置においても、低倍率では広い視野の全域をラスタ走査するため、明るいSEM像が得られるものの、像を得るためには多大な時間を要してしまうという問題があった。

【0004】これに対し、例えば、特開平7-181297号公報には、従来の走査型電子顕微鏡とは異なり、電子ビームを一次光学系で線状あるいは矩形状にして試料に照射し、試料からの二次電子や反射電子を2次元の画像として、二次光学系で拡大投影し、エリア検出器に結像させるものがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平7-181297号公報によるものでも、必要な像の分解能を維持したまま低倍率での像の観察や検査を短時間で行うことは困難であるという問題を依然として有していた。

【0006】また、試料の走査中に横ぶれなどが生じると、良好な試料像が得られないという問題もあった。

【0007】本発明の目的は、上述の従来技術における問題点に鑑み、必要な像の分解能を維持し、広い視野で明るく鮮明な画像を短時間で獲得し、観察することができる電子画像観察装置を提供することである。

【0008】本発明の他の目的は、試料の走査中に横ぶれなどが生じても、良好な試料像を得ることができる電子画像観察装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明では、電子画像観察装置は、試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、前記電子ビームが照射された試料面からの二次電

子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を記憶する記憶手段と、前記記憶手段が記憶した部分電子画像を隣接する部分電子画像と比較して相対位置を補正し、該補正した部分電子画像を前記記憶手段に再記憶させる補正手段とを具備する。これにより、試料の走査時すなわちX-Yステージの走査時に横ぶれなどが生じて電子画像の横ずれをソフトウェア的に補正でき、常に試料の良好な電子画像を得ることができる。

【0010】また、請求項2に記載の発明では、電子画像観察装置は、試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を記憶する記憶手段と、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つの前記電子検出手段への入射位置を補正する補正手段とを具備する。これにより、X-Yステージの走査時に横ぶれなどが生じて電子画像の横ずれをリアルタイムに補正でき、常に試料の良好な電子画像を得ることができる。

【0011】また、請求項3に記載の発明では、請求項1または2に記載の電子画像観察装置において、前記記憶手段が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示する表示部をさらに具備するよう構成される。これにより、試料の電子画像をより容易に観察することができる。

【0012】また、請求項4に記載の発明では、電子画像観察装置は、試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を記憶する記憶手段と、前記記憶手段

が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示分解能を変えて表示部に表示する表示制御手段とを具備する。これにより、任意の表示分解能において、常に明るく鮮明な電子画像を短時間で獲得し、観察することができる。

【0013】また、請求項5に記載の発明では、請求項4に係る電子画像観察装置において、前記記憶手段が記憶した部分電子画像を所定領域の部分電子画像群毎に平均化する画像処理手段をさらに具備し、前記表示制御手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に平均化された部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を前記表示部に表示するよう構成される。これにより、任意の分解能による表示を的確に行うことができる。

【0014】また、請求項6に記載の発明では、請求項4に係る電子画像観察装置において、前記記憶手段が記憶した部分電子画像において所定領域の部分電子画像群毎に所定位置の部分電子画像を選択する画像処理手段をさらに具備し、前記表示制御手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に選択された部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を前記表示部に表示するよう構成される。これにより、任意の分解能による表示を的確に行うことができる。

【0015】また、請求項7に記載の発明では、請求項4に係る電子画像観察装置において、前記記憶手段が記憶した部分電子画像に対し隣接する部分電子画像を加算する処理を行う画像処理手段をさらに具備し、前記表示制御手段は前記加算処理された部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を前記表示部に表示するよう構成される。これにより、S/N比のより高い電子画像を得ることができる。

【0016】また、請求項8に記載の発明では、電子画像観察装置は、試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像を圧縮処理する画像処理手段と、前記圧縮処理された部分電子画像を記憶する記憶手段と、前記記憶手段が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示分解能を変えて表示部に表示する表示制御手段とを具備する。これにより、任意の表示分解能において、常に明るく鮮明な電子画像を短時間で獲得し、観察することができる。また、記憶手段に記憶されるデータの量を圧縮して少なくできるので、記憶手段の容量を少なくすることが可能である。

【0017】また、請求項9に記載の発明では、請求項8に係る電子画像観察装置において、前記画像処理手段は前記電子検出手段が検出する部分電子画像を所定領域の部分電子画像群毎に平均化し、かつ前記記憶手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に平均化された部分電子画像を記憶するよう構成される。これにより、得られる試料の電子画像の質を落とすことなく、記憶手段に記憶されるデータの量を的確に少なくすることができる。このため、記憶手段の容量をより少なくすることが可能である。

【0018】また、請求項10に記載の発明では、請求項8に係る電子画像観察装置において、前記画像処理手段は前記電子検出手段が検出する部分電子画像において所定領域の部分電子画像群毎に所定位置の部分電子画像を選択し、かつ前記記憶手段は前記所定領域の部分電子画像群毎に選択された部分電子画像を記憶するよう構成される。これにより、得られる試料の電子画像の質を落とすことなく、記憶手段に記憶されるデータの量を的確に少なくすることができる。このため、記憶手段の容量をより少なくすることが可能である。

【0019】また、請求項11に記載の発明では、電子画像観察装置は、試料面上に電子ビームを照射する照射手段と、前記試料を前記電子ビームの照射面に移動するX-Yステージと、前記X-Yステージの位置を検出する位置検出手段と、前記電子ビームが照射された試料面からの二次電子、反射電子および後方散乱電子のうちの少なくとも1つを検出して前記電子ビームが照射された前記試料面に対応する部分の部分電子画像を得る電子検出手段と、前記位置検出手段の位置検出結果をもとに前記X-Yステージの移動を制御する移動制御手段と、前記X-Yステージの移動に伴って前記電子検出手段が検出する部分電子画像に対し、隣接する部分電子画像を加算する処理を行う画像処理手段と、前記加算処理された画像を部分電子画像として記憶する記憶手段と、前記記憶手段が記憶した部分電子画像をもとに前記試料面の電子画像を表示分解能を変えて表示部に表示する表示制御手段とを具備する。これにより、任意の表示分解能において、常に明るくS/N比のより高い試料の電子画像を短時間で獲得し、観察することができる。

【0020】また、請求項12に記載の発明では、請求項3～11のいずれか1項に記載の電子画像観察装置において、前記試料面の電子画像を前記表示部に表示する倍率を切換える倍率指示手段をさらに具備するよう構成される。これにより、所望の表示倍率で試料の電子画像を観察することができる。

【0021】また、請求項13に記載の発明では、請求項3～12のいずれか1項に記載の電子画像観察装置において、前記部分電子画像は1次元画像であるよう構成される。これにより、試料の電子画像を的確に得ることができる。

【0022】また、請求項14に記載の発明では、請求項3～12のいずれか1項に記載の電子画像観察装置において、前記部分電子画像は2次元画像であり、かつ前記照射手段は前記X-Yステージの移動に同期して前記電子ビームをブランキングさせるよう構成される。これにより、試料の電子画像をよりの確に得ることができる。

【0023】また、請求項15に記載の発明では、請求項3～12のいずれか1項に記載の電子画像観察装置において、前記部分電子画像は2次元画像であり、かつ前記電子検出手段は前記X-Yステージの移動に同期して前記試料面からの電子または該電子に対応する光子を遮蔽する遮蔽手段を有するよう構成される。これにより、試料の電子画像をよりの確に得ることができる。

【0024】また、請求項16に記載の発明では、請求項3～13のいずれか1項に記載の電子画像観察装置において、前記電子画像をもとに前記試料を検査する検査処理手段をさらに具備するよう構成される。これにより、電子画像を用いた試料の欠陥検査などの検査を行うことが可能となる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る電子画像観察装置につき図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る電子画像観察装置の全体構成を示す概念図である。

【0026】図1において、電子銃1から照射される線状の電子ビーム2は、一次光学系3によるレンズ作用を受けて真空チャンバー10内に配置されたX-Yステージ5上の試料6上に線状、矩形もしくは円状の照明領域で照射される。試料6に照射された電子ビーム2によって試料6から発生した二次電子、反射電子あるいは後方散乱電子（以下、総括して「検出電子」という）は、二次光学系7を通過する。この二次光学系7により、検出電子4は線状もしくは矩形の電子信号による画像として検出器9に拡大投影され、結像される。

【0027】E×B（イークロスビー）プリズムすなわち電磁プリズム8は、電界Eと磁界Bとが最適値（ウィーン条件）に設定され、電子銃1から照射された斜めからの電子ビーム2を二次光学系7の光軸方向すなわちZ軸方向に曲げてカソードレンズ11に垂直に入射させる一方、試料6からの検出電子4を、Z軸方向すなわち試料6面から検出器9方向にまっすぐ通過させる。すなわち、電磁プリズム8は、ビームスプリッターとしての機能を有し、またウィーンフィルタとして特定のエネルギー帯をもつ検出電子4のみを通過させる機能を有する。

【0028】試料6からの検出電子4は、試料6側に配置されたカソードレンズ11によってまず集光され、さらにレンズ12～14によってレンズ作用が行われて、検出器9に入射される。

【0029】検出器9は、入射された検出電子4を増幅

するMCP（マイクロチャンネルプレート）9a、MCP9aによって増幅された電子を光に変換する蛍光板9b、真空チャンパー10内の真空系と外部とを中継しかつ蛍光板9bで変換された光学像を伝達するFOP（ファイバーオプティックプレート）9c、およびFOP9cから出力された光学像を撮像するCCD素子などの撮像素子9dを有している。MCP9aや蛍光板9bには高電圧が印加されるが、この電圧は、制御部19の制御のもとに、電圧制御部18によって制御される。また、撮像素子9dは、制御部19の制御のもとに、撮像制御部24によって制御される。

【0030】XYステージ5は、制御部19の制御のもとに、ステージ移動機構16によって水平方向すなわちXY方向に移動され、レーザ干渉計17a、17bによってそれぞれX、Y方向の位置が検出される。この位置検出結果は、干渉計出力部17を介して制御部19に位置検出信号として出力される。

【0031】二次光学系7の試料6面に対する焦点合わせは、光学的斜入射方式のZ位置センサー22が試料6面の高さを検出し、この検出結果をA/D変換器23を介して制御部19に出力し、制御部19がこの検出結果のもとに焦点制御部15を介して光学レンズ11～14を制御することによって行われる。具体的には、XYステージ5のステージ走査とともに、制御部19が、A/D変換器23でデジタル化されたZ位置センサー22からの信号をメモリ20内の交換テーブル20aによってレンズの焦点制御量に変換し、この変換されたレンズの焦点制御量を焦点制御部15に出力し、焦点制御部15は、デジタルのレンズの焦点制御量を図示しないD/A変換器によってアナログ信号に変換し、各光学レンズ11～14を制御する。これによって自動焦点制御が行われる。

【0032】撮像制御部24は、撮像素子9dからの撮像信号を、XYステージ5のステージ走査に伴う干渉計出力部17からの位置検出信号に同期してA/D変換し、この変換されたデジタル信号を制御部19に出力する。このデジタル信号は、制御部19の管理のもとに、メモリ20内の画像メモリ20bに順次DMA転送される。

【0033】制御部19内の補正部19aは、撮像素子9が撮像した画像の画像ずれを画像メモリ20b上で補正して再記憶する処理を行う。画像処理部19bは、画像メモリ20bに記憶された2次元画像を表示制御部25を介して表示部26に表示出力する際の各種の画像処理を行う。

【0034】倍率指示部27は、画像メモリ20bに記憶された2次元画像の表示部26への表示倍率を指示する。

【0035】次に、図2を参照して検出器9の詳細構成について説明する。MCP31、32は図1のMCP9

aに相当し、蛍光部33は図1の蛍光部9bに相当し、FOP34は図1のFOP9cに相当し、撮像素子35は図1の撮像素子9dに相当するものである。

【0036】まず検出電子4は、第1のMCP31に入射する。入射した検出電子4はこのMCP31内で増幅され、さらに第2のMCP32内で増幅される。MCP31、32で増幅された電子は、蛍光部33の蛍光面に衝突する。この際、第1のMCP31の入口側の電位は、検出電子4の加速電圧をMCPの検出効率の最も良い値に調整するために、例えば0～5kV程度に設定される。例えば、検出電子4の加速電圧が+5kVであった場合には、第1のMCP31の入口側の電位を-4.5kVに設定して減速させ、入射する検出電子4の電子エネルギーが0.5keV程度になるようにする。

【0037】検出電子4からなる電流量の増幅率は、第1のMCP31と第2のMCP32との間に印加される電圧（例えば0～2kV程度）で規定される。例えば1kV印加で 1×10^4 程度の増幅率となる。また、第2のMCP32から出力される電子ビームの広がりをするだけ抑制するために、第2のMCP32と蛍光部33の蛍光面との間には、0～5kV程度、例えば4kVの電圧が印加される。

【0038】蛍光部33の蛍光面では電子が光子に変換され、この光出力は、FOP34を通過して、撮像素子35に照射され撮像される。蛍光部33の蛍光面での画像サイズと撮像素子35の撮像面での撮像サイズを合わせるため、FOP34は例えば約3:1にサイズが縮小されて撮像素子35の撮像面に光学像を投影するように設計されている。

【0039】図3は、XYステージ5のステージ走査とこれに伴う試料6の電子画像の取得の概略的な様子を示す説明図である。

【0040】前述のように、ステージ移動機構16によるステージ走査によってXYステージ5が移動すると、レーザ干渉計17a、17bによって位置検出がなされ、制御部19の制御のもとに、この位置検出信号に同期して検出器9が撮像した撮像信号すなわち画像信号が画像メモリ20bに記憶される。

【0041】ステージ走査は、図3に示すように、大きくは矢印41のようなジグザグに試料6面を走査するように行われる。通常、試料6面上の観察または検査範囲の単位領域E1は、例えばウエハのデバイス1チップ分であり、 10mm^2 程度である。従って、この観察範囲の単位領域E1毎に順にステージ走査が行われ、試料6の端の位置にある単位領域の位置まで到達すると、隣接する観察していない単位領域に移動して折り返し走査される。

【0042】しかしながら、この単位領域E1内における画像を一度に取り込むことは実際上は困難であるため、単位領域E1を数 $100\mu\text{m}$ から 1mm 視野程度の

サブフィールドE2に分けて、この単位領域E1内を何度も折返し走査を繰り返す、順次連続的に画像信号を画像メモリ20bに取り込む。すなわち、サブフィールドE2を部分電子画像として画像メモリに記憶する。

【0043】ここで、電子銃1は試料6に対して線状、矩形状もしくは円状の電子ビーム2を照射するため、撮像素子9dは、1次元のリニアセンサーが設置されている。このため、順次画像メモリ20bに取り込まれる画像信号は、ライン画像または1次元画像に対応した画像信号である。

【0044】ところが、図3に示すように、ステージ走査が一定速度で行われている間に、ヨーイングや横振動あるいは横ぶれなどが生じると、サブフィールドE2に対応して得られる1次元画像は横ずれを生じてしまう。この結果、複数の1次元画像すなわち1次元画像群からなる2次元の画像は、縦方向(Y方向)に均一につながらず、良好な2次元画像を取得することができなくなってしまう。

【0045】そこで、制御部19内の補正部19aは、画像メモリ20bに記憶された各1次元画像毎に1つ前の1次元画像と比較して画像ずれを検出し、その画像ずれを補正するよう画像メモリ20b上で再配置(再記憶)する。これにより、各1次元画像の相対位置関係が適切に保持され、縦方向にきれいにつながった良好な2次元画像として記憶されることになる。

【0046】このようにして補正された2次元画像は、表示制御部25の表示制御のもとに、表示部26の表示画面上に表示出力される。この際、倍率指示部27によって表示部26の表示画面上に表示出力される視野の倍率または表示分解能を変更指示することができる。

【0047】図4は、ウェハ上の半導体メモリチップ内のセル構造を観察したときの電子画像を表示部26に表示する様子を示す説明図である。

【0048】本実施形態の電子画像観察装置は、試料からの画像信号をステージ走査に伴って画像メモリ20bに取り込みながら、順次それを読み出して表示部26に表示出力するので、通常は試料における視野の狭い領域E3が表示部26に高倍率で連続的に詳細表示される(図4(a))。ステージ走査しながら得た画像メモリ20b上のデータが必要な一定量に達すると、画像を合成し、広い視野の低倍率の像(例えば単位領域E1の像)が表示部26に表示される(図4(b))。もちろん、倍率指示部27の倍率指示によって表示倍率を適宜変更することが可能である。

【0049】画像処理部19bは、図4(b)のような広い視野の低倍率で表示する際、画像メモリ20b内に記憶された2次元画像の中から、この表示画面の分解能または解像度に対応した1次元画像を規則的に選択し、すなわち、不要な1次元画像を間引きする処理を行う。

【0050】あるいは、画像処理部19bは、広い視野

の低倍率で表示する際、画像メモリ20b内に記憶された2次元画像の中から、この表示画面の解像度に対応する1次元画像を規則的に選択し、この選択した1次元画像の周辺の1次元画像を平均化した画像を該表示画面の画素に対応する画像情報とする平均化処理を行うようにしてもよい。

【0051】なお、画像処理部19bは、画像メモリ20bに記憶されて補正された1次元画像に隣接する1次元画像を加算する処理を行うようにしてもよい。このような加算処理を行うことにより、1次元画像自体のS/N比が向上する。例えば、N回加算すると、S/N比は、Nの平方根倍に向上する。

【0052】また、撮像素子9dはリニアセンサーであるが、2次元のエリアセンサーを用いる場合も同様に、加算処理されていれば、S/N比を向上させることができる。また、撮像素子9dはリニアセンサーとして、Y方向の画素に積算を行うTDi-CCD(Time Delay Integral)を用いてもよい。この場合、照明視野は線状でなく矩形状もしくは円状であればよく、さらにTDi-CCDの積算効果により大幅にS/Nを向上させることができる。TDi-CCDの機能としては、Y方向の画素で積算を行う以外、1次元リニアセンサーとほぼ同様にX方向の1ライン毎の出力となる。通常TDi-CCDのY方向の加算数は64、128、256等で可変であり、例えば、X方向に512画素であるならばXYのアスペクト比は、それぞれ8:1、4:1、2:1となる。

【0053】ところで、前述した第1の実施形態では、単に試料6面を表示部26の表示画面を通して観察するのみであるが、試料6面の電子画像をもとに、該試料6の欠陥を検査することもできる。

【0054】例えば、画像処理部19bが、画像メモリ20bに記憶された2次元画像を画像処理することによってウェハ、ウェハ上のデバイスチップあるいはマスクなどの試料6の欠陥を自動的に検出することができる。この欠陥検出の画像処理は、例えば、正常パターン画像と取得したパターン画像とを比較処理することによって可能となる。すなわち、ゴミのようなものが付着していれば欠陥部分は突出し、この突出した凸欠陥であれば、発生する検出電子の量は大きくなる。一方、金属配線パターンが欠けている等の凹欠陥であれば、発生する検出電子の量は小さくなる。このような検出電子量の増減によって撮像素子9dへの入射光量ひいては各画素の信号量が増減することなどに基づいて、欠陥検出を行うことができる。

【0055】例えば、図4の場合であれば、画像処理部19bが、各セル構造中の極端に信号量が多い部分(図中の黒い楕円で示されている部分)を欠陥セルとして検出する画像処理を施すことにより、半導体メモリセルの欠陥を容易に検出することが可能となる。もちろん、そ

のような画像処理を施すことなく表示部26の表示画面を観察することで、欠陥セルを人為的に検出することも可能である。

【0056】なお、前述した第1の実施形態では、取得した1次元画像に横ずれが存在する場合、そのまま1次元画像を画像メモリ20b内に記憶し、その後、補正部19aによって横ずれを補正して再記憶するよう構成しているが、このような補正部19aを設けず、制御部19が干渉計出力部17からの位置検出信号をもとにXYステージ5の横ぶれ量または横ずれ量をリアルタイムに検出し、この検出した横ぶれ量をもとに、偏向制御部21を介して偏向レンズ28を制御し、検出電子4の進行方向をXYステージ5の横ぶれと逆方向にリアルタイムにシフトさせ、検出電子4の検出器9への入射位置を補正するようにしてもよい。このようなリアルタイムの補正を行うことにより、横ずれのある1次元画像群からなる2次元画像が画像メモリ20bに記憶されることはない。また、このような偏向レンズ28の制御による補正と補正部19aによる補正とを組み合わせることもできる。

【0057】また、前述した第1の実施形態では、電子銃1が線状の電子ビーム2を照射し、撮像素子9dがリアセンサであるとしたが、電子銃1が矩形状もしくは円状の電子ビーム2を照射し、撮像素子9dがエリアセンサとする構成であってもよい。

【0058】撮像素子9dとしてエリアセンサを用いる場合、制御部19は、XYステージ5のステージ走査に同期して、電子銃1からの電子ビーム2をブランキング制御することによってストロボ的に照射し、2次元の電子画像を画像メモリ20bに記憶するようにすればよい。あるいは、制御部19は、電子銃1からの電子ビーム2を連続照射し、XYステージ5のステージ走査に同期した撮像素子9dによる電子シャッタ制御を行って、2次元の電子画像を画像メモリ20bに記憶するようにしてもよい。この際、試料の単位領域E1を一度に撮像できる場合は、各単位領域E1毎に、単位領域E1を一度に撮像できない場合は、分割して撮像される領域毎に、補正部19aがそれぞれの2次元画像の横ずれを補正するようにする。但し、制御部19が偏向制御部21を介して偏向レンズ28をリアルタイムに制御する場合はこの限りではない。

【0059】図5は、本発明の第2の実施形態に係る電子画像観察装置の全体構成を示す概念図である。本実施形態の電子画像観察装置は、画像処理部19bの構成が画像処理部19cに代わる点以外は、図1に示される第1の実施形態の電子画像観察装置とほぼ同様の構成を有する。

【0060】第1の実施形態における画像処理部19bは、画像メモリ20bに1次元あるいは2次元画像を記憶した後に、各種の画像処理を行うものであったが、第

2の実施形態における画像処理部19cは、画像メモリ20bに1次元あるいは2次元の画像を記憶する前に各種の画像処理を行うよう構成されている。

【0061】すなわち、画像処理部19cは、取得する画像が1次元画像である場合、撮像された1次元画像を所定の1次元画像群毎に平均し、この平均化した1次元画像を画像メモリ20bに記憶する。

【0062】または、画像処理部19cは、取得する画像が1次元画像である場合、撮像された1次元画像に隣接する1次元画像を加算する処理を行い、この加算処理された1次元画像を画像メモリ20bに記憶する。

【0063】あるいは、画像処理部19cは、取得する画像が1次元画像である場合、撮像された1次元画像を間引いて画像メモリ20bに記憶するようにしてもよい。この場合、画像処理部19cは、第1の実施形態と同様に、表示部26の表示画面の解像度に合わせるための画像処理を画像メモリ20bへの記憶後に行うようにする。これは、表示部26の表示画面の解像度に比して画像メモリ20bに記憶された2次元画像の解像度が低い場合、画像メモリ20bに記憶された2次元画像を補間する必要があるからである。これによれば、画像メモリ20bのメモリ容量を格段に少なくすることができる。

【0064】なお、1次元画像を間引いて画像メモリ20bに記憶することが可能である場合には、ステージ走査速度を速くして、すなわち1次元画像の取得を粗くすることが可能であるため、1次元画像を間引くことなく、ステージ走査速度を速くするようにしてもよいのは、もちろんである。これによれば、観察あるいは検査時間を非常に短縮することができる。

【0065】なお、取得する画像が1次元画像であり、偏向レンズ28をリアルタイムに制御しない場合は、補正部19aによって横ずれを補正した後に画像メモリ20bに記憶するようにする。

【0066】具体的な実施形態をあげたが、本発明は、前述の実施形態には限定されない。特に、前述の第1および第2の実施形態の電子画像観察装置は、電子ビームにより電子画像を得るものであったが、本発明はこれに限定されるものではなく、イオンビームを用いて電子画像を獲得するものなどにも適用することができる。すなわち、二次電子、反射電子あるいは後方散乱電子などの電子が試料面から検出できるものであれば全て適用可能である。

【0067】

【発明の効果】以上のように、請求項1～16に記載の発明によれば、記憶手段に電子画像が記憶されるので、一旦記憶された試料の任意の場所の電子画像を任意の倍率で適宜表示することが可能となり、試料の電子画像の観察を効率よく行うことができる。

【0068】また、請求項1～3に記載の発明によれ

ば、XYステージまたは試料の走査時に横ぶれなどが生じても、試料の良好な電子画像を得ることができる。

【0069】また、請求項4～6に記載の発明によれば、任意の表示分解能において、常に明るく鮮明な電子画像を短時間で獲得し、観察することができる。

【0070】また、請求項7および11に記載の発明によれば、よりS/N比の高い電子画像を得ることができる。

【0071】また、請求項8～10に記載の発明によれば、記憶手段に記憶されるデータの量を圧縮できるので、記憶手段の容量を少なくすることが可能となる。

【0072】また、請求項12に記載の発明によれば、所望の倍率で試料の電子画像を観察することができる。

【0073】また、請求項16に記載の発明によれば、電子画像を用いた試料の欠陥検査などが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る電子画像観察装置の全体構成を示す概念図である。

【図2】図1の電子画像観察装置に用いた検出器の詳細構成図である。

【図3】XYステージのステージ走査とこれに伴う試料の電子画像の取得の概略的な様子を示す説明図である。

【図4】ウェハ上の半導体メモリチップ内のセル構造を観察したときの電子画像を表示部に表示する様子を示す説明図である。

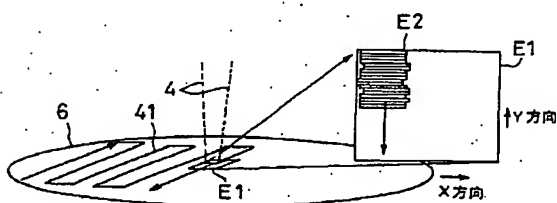
【図5】本発明の第2の実施形態に係る電子画像観察装置の全体構成を示す概念図である。

【符号の説明】

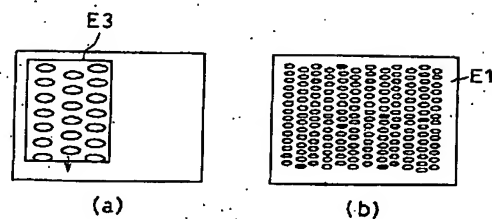
- 1 電子銃
- 2 電子ビーム
- 3 一次光学系
- 4 検出電子
- 5 XYステージ
- 6 試料
- 7 二次光学系
- 8 電磁プリズム

- 9 検出器
- 9a MCP
- 9b 蛍光板
- 9c FOP
- 9d 撮像素子
- 10 真空チャンバー
- 11 カソードレンズ
- 12～14 レンズ
- 15 焦点制御部
- 16 ステージ移動機構
- 17 干渉計出力部
- 17a、17b レーザ干渉計
- 18 電圧制御部
- 19 制御部
- 19a 補正部
- 19b、19c 画像処理部
- 20 メモリ
- 20a 変換テーブル
- 20b 画像メモリ
- 21 偏向制御部
- 22 Z位置センサー
- 23 A/D変換器
- 24 撮像制御部
- 25 表示制御部
- 26 表示部
- 27 倍率指示部
- 28 偏向レンズ
- 31 MCP
- 32 MCP
- 33 蛍光部
- 34 FOP
- 35 撮像素子
- E1 単位領域
- E2 サブフィールド
- E3 領域

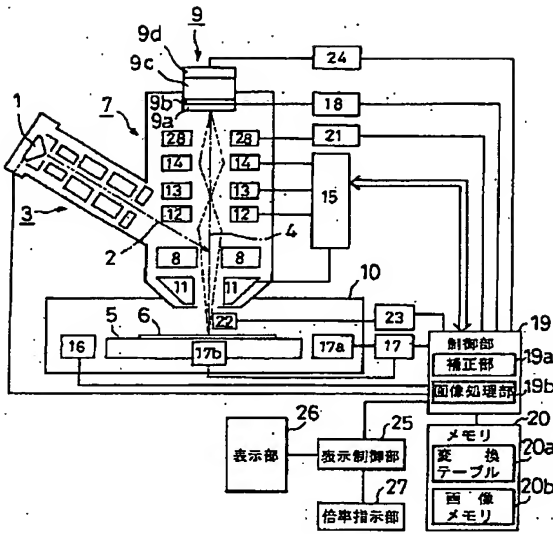
【図3】



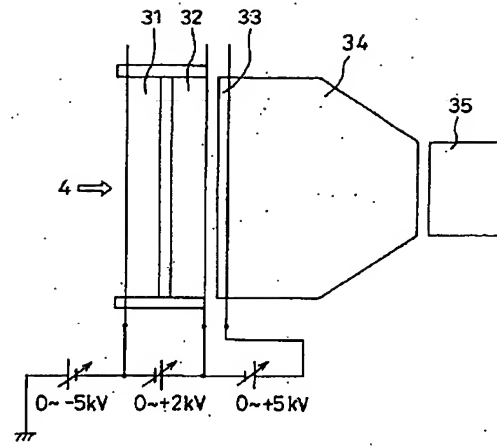
【図4】



【図1】



【図2】



【図5】

